# ข้อมูลการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ข้าว

# 25. ข้าว

**ภาพที่ 25.1** ข้าวขาวดอกมะลิ 105

**ชื่อสามัญ** ข้าว (rice)

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Oryza sativa*

ความหมายของคำที่ใช้มีดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ก–ง)

1) ข้าวเจ้า หมายถึง ข้าวซึ่งเป็นพันธุ์ที่เมล็ดข้าวขาว มีลักษณะใส อาจมีหรือไม่มีจุดขาวของท้องไข่ปรากฏอยู่

2) ข้าวเหนียว หมายถึง ข้าวซึ่งเป็นพันธุ์ที่เมล็ดข้าวเหนียวข้าวขาว มีลักษณะขุ่นขาวทั้งเมล็ด

3) ข้าวเปลือก หมายถึง ข้าวที่ยังไม่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออก

4) ข้าวเปลือกสด หมายถึง ข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวและนวดทันที โดยไม่ผ่านกระบวนการลดความชื้น

5) ข้าวเปลือกแห้ง หมายถึง ข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการลดความชื้นจนมีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

6) ข้าวกล้อง หมายถึง ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออก

7) ข้าวขาว หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเจ้าไปขัดเอารำออกแล้ว

8) ข้าวเหนียวขาว หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเหนียวไปขัดเอารำออกแล้ว

9) ข้าวนึ่ง หมายถึง ข้าวที่ผ่านกระบวนการขัดเอารำออก

10) ส่วนของเมล็ดข้าว หมายถึง ส่วนของข้าวเต็มเมล็ดแต่ละส่วนที่แบ่งตามความยาวของเมล็ดออกเป็น 10 ส่วนเท่าๆ กัน

11) ข้าวเต็มเมล็ด หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ดไม่มีส่วนใดหักและให้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 9 ส่วนขึ้นไป

12) ต้นข้าวหรือข้าวต้น หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่าข้าวหัก แต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ดและให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกที่เป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด

13) ข้าวหัก หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปแต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าวและให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด

14) ข้าวเมล็ดสี หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีอื่น เช่น สีแดง สีน้ำตาล สีม่วง สีม่วงดำ หุ้มอยู่ทั้งเมล็ดหรือติดอยู่เป็นบางส่วนของเมล็ดที่อาจมีปนได้

15) ข้าวเมล็ดท้องไข่ หมายถึง เมล็ดข้าวเจ้าที่เป็นสีขาวขุ่นคล้ายชอล์ก และมีเนื้อที่ตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปของเนื้อที่เมล็ดข้าว

16) ข้าวลีบ หมายถึง เมล็ดข้าวที่ไม่เจริญเติบโตตามปกติ มีลักษณะแฟบแบน

17) ข้าวเมล็ดเสีย หมายถึง เมล็ดข้าวที่เสียอย่างเห็นได้ชัดแจ้งด้วยตาเปล่า ซึ่งเกิดจากความชื้น ความร้อน เชื้อรา แมลงหรืออื่นๆ

18) ข้าวเหลือง หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีบางส่วนหรือทั้งเมล็ดกลายเป็นสีเหลืองอย่างชัดเจน รวมทั้งข้าวนึ่งที่มีสีเหลืองเข้มบางส่วนหรือทั้งเมล็ดอย่างชัดเจน

19) ข้าวเมล็ดอ่อน หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีสีเขียวอ่อนได้จากข้าวเปลือกที่ยังไม่สุกแก่

20) วัตถุอื่น หมายถึง สิ่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่ข้าว รวมทั้งแกลบหรือรำที่หลุดจากเมล็ดข้าว

21) ข้าวสี หมายถึง ข้าวที่เยื่อหุ้มเมล็ดสีตามพันธุกรรม เช่น สีแดง สีน้ำตาล สีม่วง สีม่วงดำ เนื่องจากมีฟลาโวนอยด์ที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและเมล็ดข้าวยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่

22) พื้นสีของข้าว หมายถึง สีของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวสีที่เป็นสีของเมล็ดข้าวส่วนใหญ่ของข้าวสีในกลุ่มสีนั้นหรือพันธุ์นั้นตามลักษณะประจำพันธุ์

23) ข้าวเมล็ดคละสี หมายถึง เมล็ดข้าวในกลุ่มสีหรือพันธุ์เดียวกันที่เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีมากกว่าหนึ่งสีคละกันในเมล็ดเดียวกัน เช่น เมล็ดข้าวสีม่วงดำ แต่มีสีม่วงหรือสีน้ำตาลคละอยู่

24) ข้าวเมล็ดสีต่างจากพื้นสีของข้าว หมายถึง ข้าวเมล็ดคละสีซึ่งแตกต่างไปจากพื้นสีของข้าวหรือเมล็ดข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้มหรืออ่อนกว่าสีของข้าว

25) ข้าวซ้อมมือ หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องไปขัดเอารำออกบางส่วน

**ดัชนีเก็บเกี่ยว**
(Harvesting index)

ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวนับจากการออกดอกของข้าวแล้ว 80 เปอร์เซ็นต์ต่อไปอีกประมาณ 30-35 วัน ซึ่งระยะนี้มีความชื้นประมาณ 22-26 เปอร์เซ็นต์ รวงข้าวโน้มลง เมล็ดในรวงมีเปลือกสีฟางหรือสีเหลือง โคนรวงอาจมีสีเปลือกเมล็ดเขียวบ้างเล็กน้อย เมล็ดข้าวจะสุกหรือแก่เต็มที่เมื่อนำมาสีได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวมาก หากเก็บเกี่ยวช้าหรือเร็วเกินไปมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของข้าวที่สีได้ต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมเนื่องจากการเก็บเกี่ยวข้าวช้าเมล็ดจะแก่และตากแดดตากน้ำค้างหลายครั้งจนเมล็ดร้าวข้างในเมื่อนำไปสีข้าวจะหัก ได้ข้าวเมล็ดเต็ม และต้นข้าวน้อย หากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปเมล็ดข้าวยังสร้างเนื้อเมล็ดไม่สมบูรณ์ เมล็ดเขียว เมื่อตากแล้วนำไปสีข้าวจะหัก ปนไปกับส่วนรำหรือแกลบ และทำให้ข้าวหัก (ทรรศนะ และคณะ, 2552; อรอนงค์, 2560)

**ดัชนีคุณภาพ (Quality index)**

**– ข้อกำหนดเรื่องคุณภาพ**

**<u>ข้าวไทยและข้าวหอมไทย</u>** แบ่งตามระดับการแปรสภาพข้าวเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ก,ข)

1) ข้าวเปลือก
2) ข้าวกล้อง
3) ข้าวขาวและข้าวเหนียว

โดยคุณภาพของข้าวไทยและข้าวหอมไทยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ก,ข) กำหนดไว้ดังนี้

1) ข้อกำหนดทั่วไป ข้าวไทยและข้าวหอมไทย ทั้งข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวขาว และข้าวเหนียวขาว ต้องมีคุณภาพ ดังต่อไปนี้

1.1) มีความปลอดภัยและคุณภาพเหมาะสมต่อการบริโภค

1.2) เมล็ดข้าวมีลักษณะปรากฏสม่ำเสมอ

1.3) ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว

2) ข้อกำหนดเฉพาะ

2.1) ข้าวเปลือกของข้าวไทยและข้าวหอมไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

- มีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ กรณีข้าวเปลือกที่นำไปเก็บรักษาต้องมีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์
- กรณีข้าวเปลือกแห้ง ให้มีคุณภาพการขัดสีได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวของข้าวขาวตั้งแต่ 34 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปโดยน้ำหนัก
- มีข้าวและวัตถุอื่นที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสด ไม่เกินที่ระบุในตารางที่ 25.1
- มีข้าวและวัตถุอื่นที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกแห้ง ไม่เกินที่ระบุในตารางที่ 25.2 และ 25.3

**ตารางที่ 25.1** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสดของข้าวไทยและข้าวหอมไทย

| **ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้** | **เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)** |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสี | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ก,ข)

**ตารางที่ 25.2** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกเจ้าแห้งของข้าวไทยและข้าวหอมไทย

| ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ | เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสี | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดเหลือง | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดเสีย | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |
| ข้าวเมล็ดท้องไข่ | ≤7.0 |
| ข้าวเหนียว | ≤2.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ก,ข)

**ตารางที่ 25.3** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกเหนียวแห้งของข้าวไทยและข้าวหอมไทย

| ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ | เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสี | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดเหลือง | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดเสีย | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |
| ข้าวเจ้า | ≤5.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ก,ค)

2.2) ข้าวกล้อง ข้าวขาว และข้าวเหนียวของข้าวไทยและข้าวหอมไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

- ปราศจากแมลงและไรที่มีชีวิต
- มีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์

**ข้าวสีไทย** แบ่งตามระดับการแปรสภาพข้าวเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ค)

1) ข้าวเปลือก

2) ข้าวกล้อง

3) ข้าวซ้อมมือ

2) ข้าวกล้องของข้าวสีไทยแบ่งตามสีของเยื่อหุ้มเมล็ดตามลักษณะประจำพันธุ์เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ค)

2.1) กลุ่มของข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือสีม่วงดำ เช่น ข้าวเจ้าพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเจ้าพันธุ์หอมนิล และข้าวเหนียวพันธุ์ลืมผัว เป็นต้น

2.2) กลุ่มของข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง เช่น ข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หลดพัทลุง ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 69 (ทับทิมชุมแพ) และข้าวเจ้าพันธุ์หอมกุหลาบแดง เป็นต้น

โดยคุณภาพของข้าวไทยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ค) กำหนดไว้ดังนี้

1) ข้อกำหนดทั่วไป ข้าวไทย ทั้งข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวซ้อมมือ ต้องมีคุณภาพ ดังต่อไปนี้

1.1) มีความปลอดภัยและคุณภาพเหมาะสมต่อการบริโภค

1.2) มีสีของเยื่อหุ้มเมล็ดและความยาวของเมล็ดข้าวกล้องตรงตามพันธุ์ ทั้งนี้ข้าวจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้มหรือสีอ่อนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิ พื้นที่เพาะปลูก ฤดูกาลผลิต และการจัดการในระบบผลิต

1.3) ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว

2) ข้อกำหนดเฉพาะ

2.1) ข้าวเปลือกของข้าวสีไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- มีคุณลักษณะตรงตามพันธุ์หรือมีเอกสารที่ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าเป็นข้าวเปลือกพันธุ์นั้น
- มีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ กรณีข้าวเปลือกที่นำไปเก็บรักษาต้องมีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์

- กรณีข้าวเปลือกแห้ง ให้มีคุณภาพการกะเทาะเปลือกสามารถทำได้ในระดับที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพการกะเทาะเปลือกที่กำหนด 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- มีข้าวและวัตถุอื่นที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสดไม่เกินที่ระบุในตารางที่ 25.4 และข้าวเปลือกแห้งไม่เกินที่ระบุในตารางที่ 25.5 และ 25.6
- มีลักษณะปรากฏของข้าวกล้อง ตามชั้นคุณภาพที่กำหนด

**ตารางที่ 25.4** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสดของข้าวสีไทย

| **ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้** | **เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)** |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสีอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดเสีย และข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤3.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ค)

**ตารางที่ 25.5** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกเจ้าแห้งของข้าวสีไทย

| **ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้** | **เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)** |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสีอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดเสีย และข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤3.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |
| ข้าวเหนียว | ≤2.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ค)

**ตารางที่ 25.6** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกเหนียวแห้งของข้าวสีไทย

| ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ | เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสี | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดเสีย และข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤3.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |
| ข้าวเจ้า | ≤5.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ค)

2.2) ข้าวกล้องของข้าวสีไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- ปราศจากแมลงและไรที่มีชีวิต
- กรณีจำหน่ายเป็นข้าวสีเฉพาะพันธุ์ ต้องมีคุณลักษณะตรงตามพันธุ์หรือมีเอกสารที่ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าเป็นข้าวสีไทยพันธุ์ที่ระบุชื่อและสามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นข้าวตรงตามพันธุ์ที่ระบุไว้
- มีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์
- มีลักษณะปรากฏสม่ำเสมอ

2.3) ข้าวซ้อมมือของข้าวสีไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- ปราศจากแมลงและไรที่มีชีวิต
- กรณีจำหน่ายเป็นข้าวสีเฉพาะพันธุ์ ต้องมีคุณลักษณะตรงตามพันธุ์หรือมีเอกสารที่ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าเป็นข้าวสีไทยพันธุ์ที่ระบุชื่อและสามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นข้าวตรงตามพันธุ์ที่ระบุไว้

- มีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์

**ข้าวหอมมะลิไทย** แบ่งตามระดับการแปรสภาพข้าวเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ง)

1) ข้าวเปลือก
2) ข้าวกล้อง
3) ข้าวขาว

โดยคุณภาพของข้าวหอมมะลิไทยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ง) กำหนดไว้ดังนี้

1) ข้อกำหนดทั่วไป ข้าวหอมมะลิไทย ทั้งข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวขาว และข้าวเหนียวขาว ต้องมีคุณภาพขั้นต่ำ ดังต่อไปนี้
   1.1) มีความปลอดภัยและคุณภาพเหมาะสมต่อการบริโภค
   1.2) เมล็ดข้าวมีลักษณะปรากฏสม่ำเสมอ
   1.3) มีคุณลักษณะตรงตามพันธุ์
   1.4) ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว
2) ข้อกำหนดเฉพาะ
   2.1) ข้าวเปลือกของข้าวหอมมะลิไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้
      - เปลือกมีสีฟาง
      - เมื่อกะเทาะเป็นข้าวกล้องแล้ว ความยาวเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ต้องไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร และอัตราส่วนความยาวเฉลี่ยต่อความยาวกว้างเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 3.2:1
      - เมื่อขัดสีเป็นข้าวขาวแล้ว มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของข้าวใหม่และข้าวเก่า
      - มีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ กรณีข้าวเปลือกที่นำไปเก็บรักษาต้องมีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์
      - มีข้าวเปลือกหอมมะลิไทยไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณ
      - กรณีข้าวเปลือกแห้ง ให้มีคุณภาพการขัดสีได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวของข้าวขาวตั้งแต่ 36 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปโดยน้ำหนัก
      - มีข้าวและวัตถุอื่นที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสด ไม่เกิน

ที่ระบุในตารางที่ 25.7

- มีข้าวและวัตถุอื่นที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกแห้ง ไม่เกินที่ระบุในตารางที่ 25.8

**ตารางที่ 25.7** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกเจ้าแห้งของข้าวหอมมะลิไทย

| ข้าวและวัตถุอื่นที่อาจมีปนได้ | เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสี | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ง)

**ตารางที่ 25.8** ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกเหนียวแห้งของข้าวหอมมะลิไทย

| ชนิดสิ่งที่อาจมีปน | เกณฑ์การยอมรับ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) |
|---|---|
| ข้าวเมล็ดสี | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดเหลือง | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดเสีย | ≤1.0 |
| ข้าวเมล็ดลีบรวมวัตถุอื่น | ≤2.0 |
| ข้าวเมล็ดอ่อน | ≤6.0 |
| ข้าวเมล็ดท้องไข่ | ≤7.0 |
| ข้าวเหนียว | ≤2.0 |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ง)

2.2) ข้าวกล้องและข้าวขาวของข้าวหอมมะลิไทย ต้องมีคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

- มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของข้าวใหม่และข้าวเก่า
- ปราศจากแมลงและไรที่มีชีวิต
- ความยาวเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ต้องไม่

ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร และอัตราส่วนความยาวเฉลี่ยต่อความยาวกว้างเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 3.2:1

- มีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์
- มีข้าวหอมมะลิไทยไม่น้อยกว่า 92 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณ

**– การจัดชั้นคุณภาพ**

**ข้าวไทยและข้าวหอมไทย** มีการแบ่งชั้นคุณภาพดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ก,ข)

1) ชั้นคุณภาพข้าวเปลือกของข้าวไทยและข้าวหอมไทย แบ่งโดยการวัดความยาวของข้าวกล้องเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

**ตารางที่ 25.9** ชั้นคุณภาพข้าวเปลือกของข้าวไทยและข้าวหอมไทยตามความยาวของข้าวกล้องและเกณฑ์การยอมรับ

| ประเภท | ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ≥7.2 มิลลิเมตร | 6.8–<7.2 มิลลิเมตร | <6.8–6.4 มิลลิเมตร | <6.4 มิลลิเมตร |
| **ชั้นคุณภาพที่ 1** | ≥75 เปอร์เซ็นต์ | – | ≤5 เปอร์เซ็นต์ | ≤5 เปอร์เซ็นต์ |
| **ชั้นคุณภาพที่ 2** | ≥20 เปอร์เซ็นต์ | – | – | ≤10 เปอร์เซ็นต์ |
| **ชั้นคุณภาพที่ 3** | – | – | – | ≤50 เปอร์เซ็นต์ |

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2560ก,ข)

2) ชั้นคุณภาพ ข้าวกล้อง ข้าวขาว และข้าวเหนียวของข้าวไทย มีรายละเอียด ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ก)

2.1) ชั้นคุณภาพข้าวไทยประเภทข้าวขาว แบ่งเป็น 12 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 1
- ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 2
- ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 3
- ข้าวขาว 5 เปอร์เซ็นต์

- ข้าวขาว 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 15 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 25 เปอร์เซ็นต์ เลิศ
- ข้าวขาว 25 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 35 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 45 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาวหักเอวันเลิศพิเศษ
- ข้าวขาวหักเอวันเลิศ

2.2) ชั้นคุณภาพข้าวไทยประเภทข้าวกล้อง แบ่งเป็น 6 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 1
- ข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 2
- ข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 3
- ข้าวกล้อง 5 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 15 เปอร์เซ็นต์

2.3) ชั้นคุณภาพข้าวไทยประเภทข้าวเหนียว แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวเหนียว 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวเหนียว 25 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวเหนียวขาวหักเอวัน

3) ชั้นคุณภาพ ข้าวกล้อง ข้าวขาว และข้าวเหนียวของข้าวไทย มีรายละเอียด ดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ข)

2.1) ชั้นคุณภาพข้าวหอมไทยประเภทข้าวขาว แบ่งเป็น 6 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 5 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 15 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาวหักเอวันเลิศพิเศษ
- ข้าวขาวหักเอวันเลิศ

2.2) ชั้นคุณภาพข้าวหอมไทยประเภทข้าวกล้อง แบ่งเป็น 4 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 5 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 15 เปอร์เซ็นต์

2.3) ชั้นคุณภาพข้าวหอมไทยประเภทข้าวเหนียว แบ่งเป็น 2 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวเหนียว 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวเหนียว 25 เปอร์เซ็นต์

**ข้าวสีไทย** มีการแบ่งชั้นคุณภาพดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ค)

1) ชั้นคุณภาพข้าวเปลือกของข้าวสีไทย แบ่งตามความเข้มและความสม่ำเสมอของสีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้อง

1.1) ชั้นคุณภาพข้าวเปลือกในกลุ่มข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำและเกณฑ์การยอมรับ

- ประเภทดีพิเศษ: ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว ≥80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และข้าวมีเมล็ดคละสี ≤20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- ประเภทดี: ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว 60 ถึง <80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และข้าวมีเมล็ดคละสี >20 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- ประเภทมาตรฐาน: ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว <60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และข้าวมีเมล็ดคละสี >40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

1.2) ชั้นคุณภาพข้าวเปลือกในกลุ่มข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงและเกณฑ์การยอมรับ

- ประเภทดีพิเศษ: ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตรงตามพื้นสีของข้าว ≥80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงอ่อนกว่าพื้นสีของข้าว ≤20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
- ประเภทดี: ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตรงตามพื้นสีของข้าว

60 ถึง <80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงอ่อนกว่าพื้นสีของข้าว >20 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

- ประเภทมาตรฐาน: ข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตรงตามพื้นสีของข้าว <60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงอ่อนกว่าพื้นสีของข้าว >40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

2) ชั้นคุณภาพข้าวกล้องของข้าวไทย มีรายละเอียด ดังนี้

2.1) ข้าวกล้องเจ้าที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำ

- ชั้นดีเลิศ คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว ≥85 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดีพิเศษ คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว 65 ถึง <85 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดี คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว 65 ถึง <85 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดีมาตรฐาน คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว <65 เปอร์เซ็นต์

2.2) ข้าวกล้องเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำ

- ชั้นดีพิเศษ คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว ≥65 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดี คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว 30 ถึง <65 เปอร์เซ็นต์
- ดีมาตรฐาน คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีม่วงหรือม่วงดำตรงตามพื้นสีของข้าว <30 เปอร์เซ็นต์

2.3) ข้าวกล้องเจ้าและข้าวกล้องเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง

- ชั้นดีเลิศ คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตรงตามพื้นสีของข้าว ≥85 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดีพิเศษ คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตรงตามพื้นสีของข้าว 65 ถึง <85 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดี คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตามพื้นสีของข้าว 65 ถึง <85 เปอร์เซ็นต์
- ชั้นดีมาตรฐาน คือ ข้าวมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงตามพื้นสีของ

ข้าว <65 เปอร์เซ็นต์

**ข้าวหอมมะลิไทย** มีการแบ่งชั้นคุณภาพดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ง)

2.1) ชั้นคุณภาพข้าวหอมมะลิไทยประเภทข้าวขาว แบ่งเป็น 6 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

- ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 5 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาว 15 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวขาวหักเอวันเลิศพิเศษ
- ข้าวขาวหักเอวันเลิศ

2.2) ชั้นคุณภาพข้าวหอมมะลิไทยประเภทข้าวกล้อง แบ่งเป็น 4 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

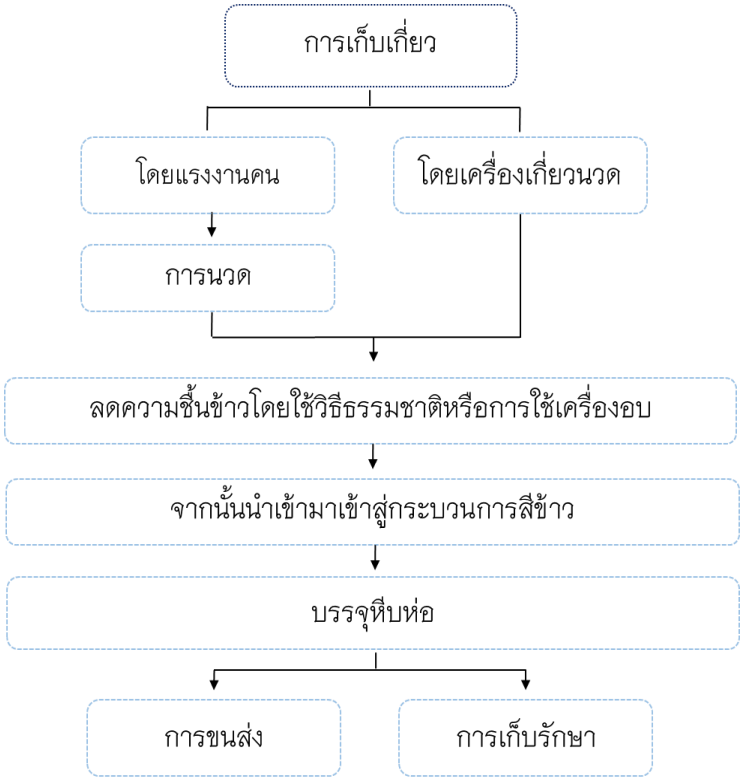
- ข้าวกล้อง 100 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 5 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 10 เปอร์เซ็นต์
- ข้าวกล้อง 15 เปอร์เซ็นต์

**การเก็บเกี่ยวและกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว**

**1) การเก็บเกี่ยวข้าว** ทำได้ 2 วิธี คือ (อรอนงค์, 2560)

1.1) เก็บเกี่ยวโดยแรงงานคน โดยใช้เคียวหรือแกระ วิธีนี้ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวนาน มีค่าจ้างสูง และพบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

1.2) เก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวนวด วิธีนี้ใช้เวลาในเก็บเกี่ยวเร็ว แต่พบปัญหา คือ ความชื้นของข้าวและน้ำในนาข้าว โดยการเก็บเกี่ยวควรมีความชื้นประมาณ 22-26 เปอร์เซ็นต์ และ นาข้าวแห้งจึงเหมาะสม ทั้งนี้เครื่องเกี่ยวนวดมีโอกาสช่วย ลดความสูญเสียลงได้ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณครึ่งหนึ่งของความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวโดยแรงงานคน พร้อมทั้งช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวอีกประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากสภาพการทำงานจริงมีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดความสูญเสีย เช่น ปัจจัยด้านสภาพพืชซึ่งเป็นปัจจัยทางธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้




กิตติพงษ์ และคณะ (2560) พัฒนาระบบปรับหัวเกี่ยวข้าวอัตโนมัติและศึกษาปัจจัยการทำงานของชุดหัวเกี่ยวเพื่อหาจุดเหมาะสม ในการเก็บเกี่ยวและนำปัจจัยที่ศึกษาได้เป็นตัวกำหนดการควบคุมระบบ โดยส่วนของระบบอัตโนมัติแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนในการควบคุมดัชนีล้อโน้มและส่วนการปรับระดับความสูงของหัวเกี่ยว ทดสอบกับพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในจังหวัดขอนแก่นเปรียบเทียบค่าชี้ผล ได้แก่ ความสูญเสียจากระบบการเกี่ยวของรถเกี่ยว 3 ประเภท ได้แก่ 1) รถเกี่ยวก่อนติดตั้งระบบ 2) รถเกี่ยวหลังติดตั้งระบบ และ 3) รถเกี่ยว ของเกษตรกรในพื้นที่ จากการทดสอบ พบว่า ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับรถเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 คือ ความเร็วการเคลื่อนที่ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระดับความสูงการตัด 30 เซนติเมตร โดยเกิดการสูญเสียรวม 1.09 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากได้มีการติดตั้งระบบปรับหัวเกี่ยวข้าวอัตโนมัติเกิดการสูญเสียรวม 0.57 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่รถเกี่ยวของเกษตรกรที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบกันได้การสูญเสียรวมอยู่ที่ 1.22 เปอร์เซ็นต์

**ภาพที่ 25.2** รถเกี่ยวข้าวที่ติดตั้งระบบชุดหัวเกี่ยวแบบอัตโนมัติ

ที่มา: กิตติพงษ์ และคณะ (2560)

**ภาพที่ 25.3** รถเกี่ยวข้าวของเกษตรกรในพื้นที่

ที่มา: กิตติพงษ์ และคณะ (2560)

2) **การนวดข้าว (threshing)** สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ (เอกสงวน, 2544; จุลมณี และคณะ, 2552)

2.1) **การนวดด้วยเท้า** เป็นวิธีที่ทำให้ข้าวไม่เสียคุณภาพ สูญเสียน้อย แต่ต้องใช้เวลาในการนวดนาน ไม่เหมาะกับการนวดข้าวที่มีปริมาณมาก

2.2) **การใช้สัตว์นวด** ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของข้าว แต่พบปัญหา คือ การนวดไม่หมดและมีสิ่งเจือปน

2.3) **การนวดโดยวิธีฟาด** อาจฟาดกับลานโดยตรงหรือฟาดกับภาชนะอื่นๆ การนวดด้วยวิธีนี้เกิดการสูญเสียเนื่องจากแรงของการฟาด ทำให้มีเมล็ดข้าวบางส่วนกระเด็นสูญหาย และบางส่วนตกค้างในรวง (เกิดจากการนวดไม่หมด)

2.4) **การนวดโดยรถไถหรือแทรกเตอร์** วิธีนี้อาจมีการแตกร้าวและแตกหักขณะสีบ้าง แต่ส่วนใหญ่เกิดการสูญเสียเนื่องจากการถูกรถบดทับและการนวดไม่หมด

2.5) **การนวดโดยใช้เครื่องนวด** เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายต่ำ ซึ่งเหมาะกับการนวดข้าวที่มีปริมาณมาก ข้อควรระวัง คือ ต้องปรับเครื่องนวดให้เหมาะสมเพราะอาจจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียด้านปริมาณและคุณภาพได้ เช่น เครื่องดูดลมมากไปเมล็ดดีถูกดูดออกไปด้วยหรือเกิดการแตกหักสูง

2.6) **การใช้เครื่องเกี่ยวนวด** เครื่องเกี่ยวและนวดออกมาโดยเมล็ดข้าวที่ได้ออกมาจากเครื่องนวดและบรรจุ ในถังเก็บหรือกระสอบ ความสูญเสียที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับ ความเร็วของรถเกี่ยว อายุข้าว ความชื้นเมล็ด และการล้มของข้าว เป็นต้น

3) **การลดความชื้นของข้าว (drying)** หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วนำข้าวเปลือกมากองส่งผลให้กองข้าวมีอุณหภูมิสูงขึ้น เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้ข้าวมีคุณภาพลดลง ได้แก่ เกิดข้าวเน่า ข้าวบูด ข้าวเหลือง ข้าวมีคุณภาพการสีต่ำ และเมล็ดพันธุ์เสื่อมความงอกเร็ว จึงต้องทำการลดความชื้นของเมล็ดข้าวให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเก็บข้าว 2–3 เดือน และหากเก็บนานเกินกว่า 3 เดือน ควรลดความชื้นเมล็ดให้เหลือต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ โดยการลดความชื้นสามารถทำได้ ดังนี้ (เอกสงวน, 2544; จุลมณี และคณะ, 2552)

3.1) **วิธีธรรมชาติ (natural drying or sun drying)** การใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อน มีการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ด ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลง เป็นวิธีการที่ประหยัด ไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้แรงงานและพื้นที่ในการตากมาก และไม่สามารถควบคุมคุณภาพข้าวได้ โดยเฉพาะเมื่อตากข้าวในแปลงนา ทำให้เกิดการสูญเสียขณะตากสูงซึ่งเกิดจากการทำลายของนก หนู และแมลง

3.2) **การใช้เครื่องอบ (artificial drying)** เช่น การใช้เครื่องอบ ตู้อบ โดยวิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถปฏิบัติได้ในทุกสภาวะอากาศแม้ว่าฝนจะตกหรือมีแสงแดดน้อย ใช้พื้นที่น้อย สามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับตามต้องการได้อย่างถูกต้อง ใช้ระยะเวลาในการลดความชื้นน้อย และ

สามารถควบคุมป้องกันความเสียหายต่อคุณภาพข้าว (คุณภาพการสี) ได้ดีกว่าวิธีธรรมชาติ แต่มีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและมีข้อปฏิบัติที่ยุ่งยากกว่าวิธีธรรมชาติ นอกจากการใช้เครื่องอบดังที่กล่าวมาแล้ว สุชาดา (2554) ประยุกต์วิธีการอบด้วยลมร้อนร่วมกับการใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุในข้าวกาบาและข้าวมอลต์ พบว่าการลดความชื้นโดยการใช้ลมร่วมกับการใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**4) การสีข้าว (rice milling)** กระบวนการสีข้าวประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ (เครือวัลย์, 2536)

4.1) การทำความสะอาด โดยการนำสิ่งเจือปนต่างๆ ออกจากเมล็ดข้าว เช่น เมล็ดพืชอื่นๆ เมล็ดวัชพืช เมล็ดข้าวที่เสียหาย (แตก หัก ป่น และร้าว) ชิ้นส่วนต่างๆ ของข้าว วัตถุอื่นๆ (ดิน หิน ทราย และโลหะต่างๆ) ตลอดจนเมล็ดข้าวลีบ และเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ (เอกสงวน, 2544; จุลมณี และคณะ, 2552) โดยการทำความสะอาดข้าวโดยใช้เครื่องในปัจจุบันยังขาดแคลนอุปกรณ์ดังกล่าวที่เหมาะสมต่อการใช้งานในระดับศูนย์ข้าวชุมชน วินิต และคณะ (2551) พัฒนาต้นแบบเครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในระดับศูนย์ข้าวชุมชน พบว่า เครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกซึ่งมีหลักการทำงานแบบง่าย สามารถใช้งานได้สะดวก และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

**ภาพที่ 25.4** ต้นแบบเครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก

ที่มา: วินิต และคณะ (2551)

4.2) การกะเทาะ เพื่อแยกเปลือกหุ้มแข็งออกจากเมล็ด สิ่งที่ได้รับ คือ แกลบ เป็นส่วนผสมของเปลือกเมล็ด หาง กลีบเลี้ยง และขั้วเมล็ด มีประมาณ 20–24 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือกและข้าวกล้องซึ่งมีเยื่อหุ้มชั้นนอกติดอยู่

4.3) การขัดขาว เพื่อขัดเยื่อหุ้มเมล็ดและทำให้คัพภะหลุดออกมาจากเมล็ดข้าวกล้อง สิ่งที่ได้ คือ รำ เป็นส่วนผสมของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่อแอริวโรน คัพภะ และผิวนอกของข้าวสารมีประมาณ 8–10 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก และข้าวสารมีประมาณ 68–70 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือก

4.4) การคัดแยก เพื่อแยกข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหัก ซึ่งแต่ละส่วนมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นกับคุณภาพของข้าวเปลือกก่อนสี

5) **การบรรจุและการขนส่ง** โดยการบรรจุข้าวสามารถบรรจุในถุงชนิดลามิเนท ถุงไนลอนผสมลามิเนท ถุงกระสอบไนลอนหรือถุงอลูมิเนียมทึบแสงที่ปิดผนึกด้วยความร้อนธรรมดาหรือปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ จากนั้นขนส่งเพื่อจำหน่าย

**ข้อกำหนดในการจัดเรียงและบรรจุภัณฑ์**

การบรรจุข้าวลงกระสอบวัสดุที่ใช้ต้องสะอาด มีคุณภาพ แข็งแรง มีการเย็บหรือปิดผนึกแน่นเพื่อป้องกันการปนเปื้อน การปนของข้าวอื่นจากภายนอก ทนต่อการขนส่ง และป้องกันความเสียหายอันมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดข้าว (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ก–ง) โดยบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุข้าวสามารถบรรจุในถุงชนิดลามิเนท ถุงไนลอนผสมลามิเนท ถุงกระสอบไนลอนหรือถุงอลูมิเนียมทึบแสงที่ปิดผนึกด้วยความร้อนธรรมดาหรือปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศเพื่อส่งจำหน่ายยังตลาดซูเปอร์มาร์เก็ตหรือร้านค้าปลีก โดยบรรจุ 1, 2, 5, 10, 15, 25 และ 50 กิโลกรัม

**ภาพที่ 25.5** ตัวอย่างการบรรจุข้าวแล้วปิดผนึกด้วยความร้อนธรรมดา (ก) และปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ (ข) โดยบรรจุน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

ที่มา: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (2564)

**ภาพที่ 25.6** ตัวอย่างการวางจำหน่ายข้าวในซูเปอร์มาร์เก็ต

ที่มา: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (2564)

**เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิผลิตผลที่เหมาะสม (Precooling technology**

ไม่มีการรายงาน

**การเก็บรักษา**

การเก็บรักษาข้าวเพื่อให้เกิดการสูญเสียขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดในด้านปริมาณ (สูญเสียเนื่องจากนก หนู แมลงในโรงเก็บ และการหายใจของเมล็ด) และด้านคุณภาพ (สูญเสียเนื่องจากการเกิดข้าวเมล็ดเหลือง เกิดกลิ่นเหม็นอับ และมีสิ่งสกปรกเจือปน) การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไปควรเก็บรักษาไว้ในสภาพหรือ โรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น) โดยการเก็บรักษาข้าวเปลือกในโรงสีมี 2 แบบ คือ (เอกสงวน, 2544; จุลมณี และคณะ, 2552; กรมการข้าว, 2559)

1) การเก็บแบบกองรวม (bulk) การเก็บแบบเป็นกองรวม จะสะดวกประหยัดเวลา แรงงาน รวมทั้งพื้นที่ที่ใช้เก็บและมีการลงทุนต่ำ แต่มีโอกาสเกิดความเสียหายได้ง่าย โดยเฉพาะข้าวที่มีความชื้นสูงๆ เนื่องจากการระบายถ่ายเทความร้อนและความชื้นภายในกองไม่ดี

2) การเก็บในภาชนะบรรจุ เช่น กระสอบป่าน ถุงผ้า ถุงพลาสติก ถุงปุ๋ย เป็นต้น โดยการเก็บในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ สามารถเก็บข้าวได้เป็นเวลานานแม้ความชื้นของข้าวจะค่อนข้างสูง แต่ สิ้นเปลืองเวลา แรงงาน สถานที่ ค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งการเก็บรักษาแบบกองรวมและการเก็บในภาชนะบรรจุ (กระสอบ) จุฑามาศ และคณะ (2557) ประเมินการสูญเสียเชิงปริมาณและคุณภาพของข้าวเปลือกขณะเก็บรักษา พบว่า การเก็บรักษาแบบกองรวมและกระสอบเป็นเวลา 18 สัปดาห์ มีความชื้นลดลง ในขณะที่เปอร์เซ็นต์แมลงในโรงเก็บ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก เปอร์เซ็นต์เมล็ดถูกทำลาย และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายโดยน้ำหนักเพิ่มขึ้น นอกจากนี้มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ต้นข้าว สีเมล็ดข้าวสาร และความเลื่อมมันลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก และเปอร์เซ็นต์ข้าวท้องไข่เพิ่มขึ้น ดังนั้นลักษณะการเก็บรักษาข้าวขึ้นอยู่กับระยะเวลาเก็บและวัตถุประสงค์ของการเก็บข้าวเป็นหลัก (เอกสงวน, 2544)

วิธีการเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 วิธี ได้แก่ (จุลมณี และคณะ, 2552; กรมการข้าว, 2559)

1. **การเก็บในสภาพปกติ** ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันส่วนใหญ่เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บรักษาในโรงเก็บหรือยุ้งฉางของเกษตรกร โรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่ๆ
2. **การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว** เช่น การเก็บข้าวเปลือกในตู้แช่ ตู้เย็นหรือในไซโลเก็บข้าวเปลือกที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น

3. **การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแต่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ** ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปี๊บสังกะสีหรือ polyethylene bags เป็นต้น การเก็บข้าวในสภาพปิดเช่นนี้ความชื้นของข้าวเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำ ทำให้ข้าวที่เก็บเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูงความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูงข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บรักษาต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา โดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดี มีค่าใช้จ่ายต่ำ และสามารถใช้เก็บรักษาข้าวที่มีปริมาณน้อยจนถึงปริมาณมากได้

4. **การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ** วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพดี ได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุนและเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง ส่วนใหญ่จึงนิยมสำหรับงานวิจัยเป็นหลัก เช่น การเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วการเก็บรักษาข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เคลือบด้วย gum Arabic เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การบรรจุในถุงลามิเนท (laminate) ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศที่ระดับ 0.1 บาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรักษาข้าวขาวดอกมะลิ 105 (สุกัญญา และคณะ, 2551)

**ภาพที่ 25.7** ตัวอย่างข้าวที่บรรจุในถุงชนิดลามิเนท (laminate) ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศที่ระดับ 0.1 บาร์

ที่มา: สุกัญญา และคณะ (2551)

การเก็บรักษาความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 สุกัญญา และคณะ (2551) ศึกษาสารเคลือบเมล็ดข้าวที่มีคุณสมบัติในการรักษาคุณภาพความหอมและวิธีการห่อหุ้มเมล็ดข้าวสารด้วยสารเคลือบในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า สารเคลือบที่สามารถกักเก็บสารหอมหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ได้ดีที่สุด คือ gum arabic 10 เปอร์เซ็นต์ และในปี 2553 สุกัญญา และคณะ (2553) ศึกษาการบรรจุข้าวเจ้าหอมนิลในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า การบรรจุของข้าวเจ้าหอมนิลการบรรจุในถุงไนลอนผสมลามิเนท (laminate) และถุงอลูมิเนียมทึบแสงปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศที่ระดับ 0.1 บาร์ ให้ปริมาณสารหอม 2AP ได้ดีที่สุด

**ภาพที่ 25.8** ตัวอย่างข้าวหอมนิลที่บรรจุในในถุงไนลอนผสมลามิเนท (ก) และถุงอลูมิเนียมทึบแสง (ข) ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศที่ระดับ 0.1 บาร์

ที่มา: สุกัญญา และคณะ (2553)

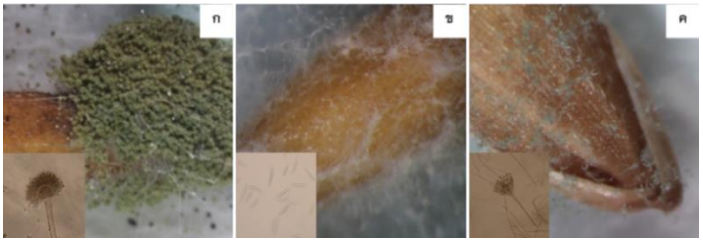
- **อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม** การเก็บรักษาข้าวที่อุณหภูมิ 20–40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาพที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ส่วนแมลงศัตรูโรงเก็บสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 21–35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65–80 เปอร์เซ็นต์ และหากเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส แมลงแมลงศัตรูโรงเก็บส่วนใหญ่หยุดการเจริญเติบโตและหยุดการขยายพันธุ์ และจะตายเมื่ออุณหภูมิลดต่ำถึง –2 ถึง –5 องศาเซลเซียส (จุลมณี และคณะ, 2552)
- **อัตราการหายใจ** การหายใจของเมล็ดข้าวมีความสัมพันธ์กับความชื้นของเมล็ด ยิ่งเมล็ดมีความชื้นสูงอัตราการหายใจของเมล็ดข้าวยิ่งสูงขึ้น (เอกสงวน, 2544; จุลมณี และคณะ, 2552)
- **การผลิตเอทิลีน** ไม่มีการรายงาน
- **การตอบสนองต่อเอทิลีน** ไม่มีการรายงาน

**ความเสียหาย**

- **ความเสียหายทางกล** ความเสียหายจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวด โดยเมล็ดข้าวที่ได้ออกมาจากเครื่องนวดและบรรจุในถังเก็บหรือกระสอบ ความสูญเสียที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับ ความเร็วของรถเกี่ยว อายุข้าว ความชื้นเมล็ด และการล้มของข้าว เป็นต้น โดยชุดหัวเกี่ยวเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความสูญเสียเนื่องจากชุดหัวเกี่ยวทำหน้าที่ในการตัดต้นข้าว (ลักษณะการทำงานแบบกลไกเลื่อนไปมาขวางการทำงานเครื่องเกี่ยวนวด ทำให้ชุดหัวเกี่ยวและเครื่องเกี่ยวนวดเกิดการสั่นสะเทือนเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์เสียหายอย่างรวดเร็ว) (สมชาย, 2553) ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นได้แก่ **ข้าวหักหรือเมล็ดข้าวแตก** (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2560ก)
- **ความเสียหายจากโรค** เชื้อราโรงเก็บเป็นปัญหาหลักสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตทางการเกษตรหลังการเกี่ยวในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาเมล็ดข้าว หากเก็บรักษาภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมทำให้เชื้อราสามารถเข้าทำลายได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีคุณภาพต่ำและไม่เป็นที่ต้องการของตลาด เชื้อราในโรงเก็บที่สำคัญ คือ *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Fusarium*

(Makun *et al.*, 2007; Rodrı´guez *et al.*, 2015; Olagunju *et al.*, 2018) โดยเชื้อราที่พบมากในในฤดูฝนและหนาวในโรงเก็บข้าว ได้แก่ *Aspergillus niger, A. flavus, A. versicolor, A. terreus, A. funigatus, A. parasiticus, Penicillium citrinum, P. oxalicum, P. purpurogenum, P. chrysogenum, P. frequentans, Fusarium verticillioides, F. semitectum, F. proliferatum* และ *F. oxysporum* (Sawane and Sawane, 2014; Tanaka *et al.*, 2007; Pitt *et al.*, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของเนตรนภิส และสมศิริ (2562) ศึกษาเชื้อราในโรงเก็บบนข้าวเปลือกและข้าวกล้องพบว่า การแยกและจำแนกชนิดของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ตรวจพบเชื้อรา *A. flavus, A. niger, A. parasiticus*, *A. fumigatus*, *A. terreus, Curvularia lunata, Fusarium* sp. *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. โดยการแพร่กระจายของเชื้อราดังที่กล่าวมาข้างต้นอาจอยู่ในรูปเส้นใยหรือสปอร์ ซึ่งสามารถเข้าทำลายได้อย่างรวดเร็วหากสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญและสามารถอาศัยอยู่ในเมล็ดได้เป็นเวลานาน เชื้อราโรงเก็บหลายชนิดสามารถสร้างสารพิษที่มีอันตรายต่อคนและสัตว์ได้ เช่น เชื้อรา *A. flavus* สร้างสารพิษ aflatoxin, เชื้อรา *A. ochraceus* สร้างสารพิษ ochratoxin, เชื้อรา *P. citrinum* สร้างสารพิษ citrinin และเชื้อรา *Fusarium* สร้างสารพิษ trichothecene, moniliformin และ fumonisin เป็นต้น (กัญจนา, 2538) โดยการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อรา สุชาดา (2552ค) พัฒนาการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อรา *A. flavus* และสาร aflatoxin ในเมล็ดข้าวด้วย VIS/NIR spectroscopy พบว่า สามารถใช้เทคนิค NIR spectroscopy ตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อรา *A. flavus* และสาร aflatoxin ในเมล็ดข้าวได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้เนตรนภิส และสมศิริ (2562) นำเมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดแบบถังทรงกระบอกหมุนร่วมกับเป่าลมร้อนแบบเคลื่อนที่ได้ (IRD) แล้วสีเป็นข้าวกล้องบรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศไนล่อน (LLDPE) ปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน เก็บรักษานาน 8 เดือน จากนั้นตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อรา *A. flavus* และสาร aflatoxin พบว่า ปริมาณเชื้อรา *A. flavus*

ที่ตรวจพบน้อยกว่าข้าวกล้องบรรจุในกระสอบพลาสติก และพบว่า ในข้าวกล้องบรรจุถุงพลาสติกสุญญากาศไล่อนปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อนพบสาร aflatoxin ($B_1$) 5.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งต่ำกว่าข้าวกล้องที่บรรจุกระสอบพลาสติกซึ่งพบปริมาณ aflatoxin ($B_1$) 12.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม



**ภาพที่ 25.9** ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราบนเมล็ดข้าวเปลือก *A. favus* (ก) *F. semitectum* (ข) และ *Penicillium* sp. (ค)

ที่มา: เนตรนภิส และสมศิริ (2562)

**– ความเสียหายจากแมลง**

แมลงในโรงเก็บเป็นปัญหาสำคัญเนื่องจากแมลงสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ง่ายทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เข้าทำลายก่อความเสียหายให้กับผลผลิตในโรงเก็บ ความเสียหายของผลิตผลที่เกิดจากแมลงประมาณ 5–10 เปอร์เซ็นต์ โดยแมลงในโรงเก็บที่สำคัญที่พบมากที่สุดในข้าว คือ มอดหัวป้อม ผีเสื้อข้าวเปลือก และด้วงงวงข้าว (ปาริชาติ และคณะ, 2558; กรมการข้าว, 2559)

**1. ผีเสื้อข้าวเปลือก** (angoumois grain moth: *Sitotroga cerealella* Olivier) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่สุดของข้าวเปลือก เข้าทำลายโดยการวางไข่ที่เมล็ดข้าวเปลือกตั้งแต่ยังอยู่ในนา ตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดจนเหลือแต่เปลือก เมื่อเข้าไปในยุ้งฉางหรือโรงสีผีเสื้อข้าวเปลือกบินหรือเกาะอยู่บนกองข้าว ดังนั้นการทำลายมักพบเฉพาะส่วนบนของกองข้าวเท่านั้น ตัวเต็มวัยของผีเสื้อมีขนาดเล็ก สีน้ำตาลอ่อน เมื่อกางปีกออกยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร ปีกหลังมีสีออกเทา เมื่อเกาะอยู่ปีกหุบขนานกับลำตัว ไข่มีสีขาวรูปยาวรีและฟักภายใน 4–6 วัน ตัวอ่อนเจาะเข้าไปอาศัยในเมล็ดข้าวประมาณ 26–35 วัน ก็จะเข้าดักแด้ โดยระยะดักแด้ 3–6 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยเจาะผิวเมล็ดออกมา

ทำให้เมล็ดเป็นรูและมีชีวิตอยู่ได้เพียง 3–7 วัน วงจรชีวิตใช้เวลาทั้งหมด 36–42 วัน (กรมการข้าว, 2559)

**ภาพที่ 25.10** ผีเสื้อข้าวเปลือก
ที่มา: ปาริชาติ และคณะ (2558)

2) **มอดข้าวเปลือก** (lesser grain borer: *Rhyzopertha dominica* F.) เป็นแมลงศัตรูของข้าวเปลือกทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยตัวอ่อนอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดจนกลายเป็นตัวจึงเจาะออกมาจากเมล็ดทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือก ตัวเต็มวัยแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรู และสามารถบินได้ไกลจึงทำให้ระบาดไปยังโรงเก็บอื่นๆ ได้ง่าย ตัวเต็มวัยรูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง ส่วนหัวสั้นและงุ้มซ่อนอยู่ใต้อกปล้องแรก เมื่อมองด้านบนพบส่วนของอกเป็นหัวจึงทำให้มีชื่อว่า มอดหัวป้อม ไข่เมื่อฟักเป็นตัวหนอนมีสีขาวขุ่นระยะตัวอ่อน 21–28 วัน และเข้าดักแด้ภายในเมล็ด 6–8 วัน แล้วจึงเจาะเมล็ดออกมาเมื่อเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิต ใช้เวลา 1 เดือนขึ้นไป ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่นาน 5 เดือน หรือมากกว่า การศึกษาการเข้าทำลายของมอดหัวป้อมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกในกองกระสอบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ของปาริชาติ และคณะ (2558) ที่เก็บรักษาข้าว 2 ลักษณะ คือ โรงเก็บปิดมิดชิดและแบบผนังเปิดโล่งบางส่วน พบว่า ลักษณะการเก็บรักษาในโรงเก็บแบบปิดมิดชิดมีแมลงเข้าทำลายมากกว่าโรงเก็บแบบผนังเปิดโล่งบางส่วน โดยการเก็บรักษาแบบบรรจุกระสอบในโรงเก็บแบบปิดมิดชิดแห่งที่ 1 และ 2 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาพบการเข้าทำลายของมอดหัวป้อมมากที่สุด 24–77 และ 22.62 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนโรงเก็บแบบผนังเปิดโล่งบางส่วนพบมอดหัวป้อมเพียง 23–50 เปอร์เซ็นต์ (กรมการข้าว, 2559)

**ภาพที่ 25.11** มอดข้าวเปลือก
ที่มา: ปาริชาติ และคณะ (2558)

3) **ด้วงงวงข้าวหรือมอดข้าวสาร** (rice weevil: *Sitophilus* spp.) ด้วงงวงเป็นแมลงที่พบทำลายทั้งข้าวเปลือกและข้าวสาร ตัวเต็มวัยของด้วงงวงมีสีน้ำตาลดำยาวประมาณ 2.0–3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวยื่นออกมาเป็นงวง สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ยังอยู่ในไร่นา ตัวเมียวางไข่บนเมล็ดขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ ไข่จะฟักในระยะ 3–6 วัน ตัวอ่อนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม และอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดระยะตัวอ่อน 20–30 วัน จึงเข้าดักแด้นาน 3–7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยเจาะผิวเมล็ดออกมาทำให้เมล็ดเป็นรู วงจรชีวิตใช้เวลา 30–40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1–2 เดือน หรือมากกว่า (กรมการข้าว, 2559)

**ภาพที่ 25.12** ด้วงงวงข้าวหรือมอดข้าวสาร
ที่มา: สุชาดา (2552ก)

การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรู เป็นสิ่งสำคัญส่วนหนึ่งของระบบการเก็บรักษา ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการป้องกันกำจัดและลดความเสียหายได้ 2 วิธี คือ (เอกสงวน, 2544)

1) **วิธีทางกายภาพ** การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมีซึ่งเป็นวิธีการป้องกันกำจัด และลดความเสียหายที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี ลดสารพิษตกค้างและผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมลง

ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการต่างๆ ได้ดังนี้

1.1) การควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิสูงหรือต่ำเพื่อป้องกันและควบคุมแมลง จุลินทรีย์ และสัตว์ศัตรูต่างๆ ในโรงเก็บหรือป้องกันผลเสียจากกระบวนการทางชีวเคมีของข้าว เช่น การเก็บรักษาข้าวที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส แมลงศัตรูส่วนใหญ่จะหยุดการเจริญเติบโต และบางชนิดก็ตาย และแมลงทุกชนิดจะตายหมดที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (Fields and Muir, 1996) โดยณคณิณ และคณะ (2551) ใช้คลื่นความถี่วิทยุ (27.12 เมกะเฮิรตซ์) ซึ่งทำให้เกิดความร้อนสูงในระยะเวลาสั้นในการกำจัดผีเสื้อข้าวสารในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที สามารถกำจัดผีเสื้อข้าวสารได้ดีในทุกระยะการเติบโตของผีเสื้อข้าวสาร ซึ่งคล้ายกับงานทดลองของสุชาดา (2552ข) ใช้คลื่นความถี่วิทยุ (27.12 เมกะเฮิรตซ์) ในการกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้ดีในทุกระยะการเติบโตได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และงานทดลองของ Wangspa *et al* (2015) ใช้คลื่นความถี่วิทยุ (27.12 เมกะเฮิรตซ์) ในการกำจัดด้วงงวงข้าวของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วินาที สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และหากเพิ่มอุณหภูมิและลดเวลาลง (อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที หรือ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที) สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้เช่นกัน นอกจากการใช้คลื่นความถี่วิทยุแล้ว สุขอังคณา และคณะ (2555ก,ข) ได้พัฒนาวิธีการกำจัดแมลงในข้าวสารโดยการใช้รังสีอินฟราเรด ซึ่งเป็นรังสีความร้อนคลื่นสั้น ในการให้ความร้อนเป็นระยะเวลาสั้น โดยออกแบบเครื่องฉายรังสี เครื่องต้นแบบถูกออกแบบให้ใช้หลอดอินฟราเรด 1,000 วัตต์ จำนวน 2 หลอด

ระบบลำเลียงใช้สายพานทำการทดลองกำจัดมอดในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า อุณหภูมิฉายรังสี 85 องศาเซลเซียส ระยะห่างของหลอดกับข้าวสาร 10 เซนติเมตร ความหนาข้าวบนสายพาน 0.5 เซนติเมตร และความเร็วรอบมอเตอร์สายพาน 1,420 รอบต่อนาที เป็นค่าที่เหมาะสมในการกำจัดด้วงงวงข้าว โดยสามารถกำจัดด้วงงวงข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลา 2-3 นาที และหลังการฉายรังสีไม่พบการแตกหักของข้าวสารเนื่องจากความร้อน

1.2) การควบคุมความชื้นของเมล็ดและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ การลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการทำลายของแมลงศัตรู และจุลินทรีย์ต่างๆ เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยป้องกัน และลดความเสียหายในขณะเก็บรักษา แต่ภายหลังการลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำแล้วจะต้องเก็บรักษาไว้ในที่ๆ มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดดูดความชื้น จากบรรยากาศโดยรอบกลับเข้าไปใหม่อีก เพราะเมล็ดมีคุณสมบัติเป็นแบบ hygroscopic สามารถดูดหรือคายความชื้นกับบรรยากาศโดยรอบได้ วิธีการป้องกันการดูดความชื้นกลับเข้าไปใหม่อีกวิธี คือ การเก็บรักษาเมล็ดที่มีความชื้นต่ำไว้ในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันการถ่ายเทความชื้นของอากาศได้ (hermetic condition หรือ airtight) เช่น ปี๊บสังกะสี ถังน้ำมัน

1.3) การควบคุมสภาพอากาศ (ควบคุมปริมาณแก๊ส) เป็นการควบคุมสภาพอากาศหรือปริมาณแก๊สที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของแมลงศัตรูและจุลินทรีย์ต่างๆ โดยการเพิ่มหรือลดปริมาณของแก๊สบางชนิดในบรรยากาศ เช่น การเพิ่มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จาก 0.03 เปอร์เซ็นต์ ให้สูงขึ้นเป็น 2.1-2.4 เปอร์เซ็นต์ กิโลกรัมต่อตัน หรือการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนและลดปริมาณออกซิเจนให้ต่ำกว่า 21 เปอร์เซ็นต์

1.4) การทำความสะอาดและการจัดการในโรงเก็บ การเตรียมความพร้อมของสภาพโรงเก็บเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ต้องทำความสะอาดพื้นและส่วนต่างๆ ของโรงเก็บทั้งภายในและภายนอกก่อนที่จะนำข้าวเข้าเก็บรักษาและจะต้องดูแลทำ

ความสะอาดอย่างสม่ำเสมอตลอดการเก็บรักษา

1.5) การใช้สารหรือวัสดุบางอย่างคลุกกับเมล็ด การใช้สารสกัดจากธรรมชาติหรือสารบางอย่างคลุกกับเมล็ดในการป้องกันกำจัดแมลงในโรงเก็บ ปัจจุบันได้มีการศึกษามากขึ้น เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม จากการทดลองการใช้น้ำมันพืชและสารสกัดจากสะเดาคลุกกับเมล็ดข้าวเปลือก แต่ได้ผลไม่ดีกว่าการใช้สารเคมี

2) **วิธีทางเคมี** การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมีต่างๆ เป็นวิธีที่นิยมเนื่องจากใช้ง่าย ราคาต่ำ และได้ผลดี แต่ต้องระมัดระวังถึงอันตรายและพิษตกค้างจากการใช้สารเคมี สำหรับสารเคมีที่ใช้กับข้าวในโรงเก็บแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1) สารฆ่าแมลง มีทั้งในรูปของเหลวและเป็นผง มีคุณสมบัติในการฆ่าแมลง ทั้งถูกตัวตาย กินตายหรือได้กลิ่นหรือไอระเหย โดยรูปแบบหรือวิธีการใช้มีหลายวิธีตามความเหมาะสม เช่น การใช้สารเคมีฉีดพ่นบริเวณภายในและภายนอกโรงเก็บก่อนเก็บรักษาหรือการฉีดพ่นสารเคมีฆ่าแมลงบนกระสอบหรือกองข้าว สำหรับการใช้สารแบบคลุกเมล็ดต้องระมัดระวัง หากเป็นเมล็ดพันธุ์สารเคมีฆ่าแมลงบางชนิดอาจจะไปทำลายความงอกของเมล็ดให้ลดลงได้

2.2) สารฆ่าแมลงชนิดรม มีทั้งในรูปของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส โดยสารเหล่านี้จะระเหยเป็นแก๊สพิษและทำอันตรายต่อแมลงศัตรูทำให้แมลงศัตรูตาย สารรมที่ใช้ในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ 1) ฟอสฟีนในรูปของอลูมิเนียมฟอสไฟด์หรือแมกนีเซียมฟอสไฟด์ และ 2) เมทิลโบรไมด์ แต่เมทิลโบรไมด์ส่งผลให้ความงอกของเมล็ดลดลง ดังนั้น ข้าวที่ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์จะไม่ใช้เมทิลโบรไมด์ ซึ่งวิธีการใช้สารรมนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพที่สุดสามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูได้ทุกระยะการเจริญเติบโต เหมาะกับข้าวที่มีปริมาณมากๆ และไม่มีผลตกค้างในการป้องกันกำจัดแมลงเมื่อสิ้นสุดการรม แต่มีข้อเสีย คือ แมลงศัตรูสามารถเข้าไปทำลายได้อีกจึงต้องรมซ้ำทุก 2-3 เดือน

| | |
|---|---|
| **อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว** | การเก็บรักษาข้าวเปลือกในที่อุณหภูมิไม่เหมาะสม และไม่ทำการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย อาจทำให้เกิดความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวได้ ดังนี้ |
| – Internal disorder | ไม่มีการรายงาน |
| – External disorder | ข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวใหม่มีความชื้นสูงมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ หากไม่ทำการลดความชื้น มักทำให้เกิด**ข้าวเม็ดเหลือง** โดยปริมาณข้าวเมล็ดเหลืองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ลดความชื้นล่าช้า เนื่องจากการกองข้าวเปลือกชื้นทิ้งไว้ จุลินทรีย์และเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ รวมทั้งการหายใจของข้าวเปลือกทำให้อุณหภูมิภายในกองข้าวเปลือกสูงขึ้น จึงเกิดความร้อนสะสมเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าว (สยามคูโบต้า จำกัด, 2559) |

**เอกสารอ้างอิง**


กัญจนา พุทธสมัย. 2538. โรคเมล็ดพันธุ์และเชื้อราในโรงเก็บ. กลุ่มงานวิจัยโรคพืชและผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 46 หน้า.

กิตติพงษ์ ลาลุน, สมโภชน์ สุดาจันทร์, วาธิส ลีลาภัทร และศักดิ์ดา จำปานา. 2560. การพัฒนาระบบปรับความสูงอัตโนมัติหัวเกี่ยวข้าวโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.รายงานการวิจัย. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 127 หน้า.

กรมการข้าว. 2559. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว: แมลงศัตรูในโรงเก็บและการป้องกันกำจัด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล http://webold.ricethailand.go.th/rkb3/Postharvest.htm (2 กันยายน 2564).

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด. *ใน* เอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. ฝ่ายฝึกอบรมสถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 53 หน้า

จุฑามาศ ร่มแก้ว, ปาริชาติ เทียนจุมพล, วัชรพล ชยประเสริฐ, วันชัย จันทร์ประเสริฐ, ธนะชัย พันธ์เกษมสุข, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, พิเชษฐ์ น้อยมณี, นรุณ วรามิตร และอุไรวรรณ นิลเพ็ชร์. 2557. การประเมินการสูญเสียเชิงปริมาณและคุณภาพของข้าวเปลือกขณะเก็บรักษา. รายงานการวิจัย. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 176 หน้า.

จุลมณี ไพฑูรย์เจริญลาภ, จุรี ภัทรกุลนิษฐ์, ธนันท์ หาญเกริกไกร, วัชราภรณ์ พวงแก้ว, ไมตรี ปรีชา, อำนวย กนกสิงห์, อมรพันธุ์ ชูมี, นภาพร กลางท่าไค่ และพรทิพย์ จันทร์แจ้. 2552. ข้าว: เทคโนโลยีการปลูกและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว. กรมการข้าว. สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว, กรุงเทพฯ. 179 หน้า. *ใน* โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/2010-006-0013/ (29 สิงหาคม 2564).

ณคณิณ ลือชัย, วิชชา สอาดสุด, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง และณัฐศักดิ์ กฤติกาเมฆ. 2551. การใช้คลื่นความถี่วิทยุ ในการควบคุมผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* [Stainton] และผลต่อคุณภาพของข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39(3)(พิเศษ): 347-350.

ทรรศนะ ลาภรวย, วิศาล สมพงษ์, กิติโชติ จันทร์ศรีตระกูล, ประสาท สุขเอมโอษฐ์, ปริญญา เชื้อชูชาติ และวิเชียร ยุ่นกระโทก. 2552. การผลิตข้าวคุณภาพดีเพื่อการส่งออก. กรมการข้าว. สำนักส่งเสริมการผลิตข้าว, กรุงเทพฯ. 84 หน้า. *ใน* โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/2010-006-0010/ (30 สิงหาคม 2564).

เนตรนภิส เขียวขำ และสมศิริ แสงโชติ. 2562. อิทธิพลของเชื้อราในโรงเก็บ (storage fungi) บนข้าวเปลือกและข้าวกล้องต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพข้าว. รายงานการวิจัย. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 256 หน้า.

ปาริชาติ เทียนจุมพล, พิเชษฐ์ น้อยมณี, ธนะชัย พันธ์เกษมสุข, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, รุ่งนภา ไกลถิ่น และกุลริศา เกตุนาค. 2558. การเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกแบบบรรจุกระสอบระหว่างการเก็บรักษา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล https://www.phtnet.org/newsletter/download/Issue40.pdf (3 กันยายน 2564).

วินิต ชินสุวรรณ, นิพนธ์ ป้องจันทร์, สมชาย ชวนอุดม และไมตรี ปรีชา. 2551. การพัฒนาเครื่องทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขนาดเล็ก. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 53 หน้า.

สุกัญญา วงศ์พรชัย, วรลักษณ์ อังศุวรางกูร และศักดิ์ดา จงแก้วพัฒนา. 2551. การรักษาคุณภาพความหอมของข้าวโดยวิธีการห่อหุ้มเมล็ดด้วยสารเคลือบ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 279 หน้า.

สุกัญญา วงศ์พรชัย, กาญจนา ดำริห์ และทินกร สีเสียดค้า. 2553. ผลของวิธีบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพความหอมและฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระของข้าวเจ้าหอมนิลไทย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 76 หน้า.

สุชาดา เวียรศิลป์. 2552ก. การใช้คลื่นความถี่วิทยุกำจัดเชื้อรา *Aspergillus flavus* แมลงศัตรูข้าว และการเร่งความเก่าในข้าวบรรจุถุง. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 90 หน้า.

สุชาดา เวียรศิลป์. 2552ข. การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

สุชาดา เวียรศิลป์. 2552ค. การพัฒนาการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และสาร Aflatoxin ในเมล็ดข้าวและข้าวโพดด้วย VIS/NIR spectroscopy. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 39 หน้า.

สุชาดา เวียรศิลป์. 2554. การประยุกต์ใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับวิธีอบด้วยลมร้อนในข้าวกาบาและข้าวมอลต์เพื่อลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและลดระยะเวลาในการอบหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 71 หน้า.

สุขอังคณา ลี, ปริวรรต นาสวาสดิ์, วิทยา อินทร์สอน และอดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์. 2555ก. การพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องฉายรังสีอินฟาเรดสำหรับกำจัดมอดด้วงงวงข้าวในข้าวสาร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(3)(พิเศษ): 51–54.

สุขอังคณา ลี, อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์, วิทยา อินทร์สอน, ปริวรรต นาสวาสดิ์ และเกรียงศักดิ์ บุญส่ง. 2555ข. การพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องฉายรังสีอินฟาเรดสำหรับกำจัดมอดด้วงงวงข้าวในข้าวสาร. รายงานการวิจัย. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 177 หน้า.

สมชาย ชวนอุดม. 2553. การพัฒนาอุปกรณ์ขับราวใบมีดตัดเพื่อลดการสั่นสะเทือนของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 46 หน้า.

สยามคูโบต้า จำกัด. 2559. การเกิดเมล็ดเหลืองในข้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.kubotasolutions.com/knowledge/rice/detail/41 (21 กันยายน 2564)

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560ก. มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.4004–2560) ข้าวไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 15 หน้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.acfs.go.th/files/files/commodity-standard/20190617150741_281452.pdf (1 กันยายน 2564).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560ข. มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.4001-2560) ข้าวหอมไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 15 หน้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.acfs.go.th/files/files/commodity-standard/20190617150159_264563.pdf (1 กันยายน 2564).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560ค. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ.4006-2560) ข้าวสีไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 15 หน้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.acfs.go.th/files/files/commodity-standard/ 20190617151747_514527.pdf (1 กันยายน 2564).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2560ง. มาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.4000-2560) ข้าวหอมมะลิไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 15 หน้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.acfs.go.th/files/files/commodity-standard/20190617145804_634331.pdf (1 กันยายน 2564).

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2544. เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี. สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 137 หน้า. *ใน* โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตร เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล https://ebook.lib.ku.ac.th/ebook27/ebook/20140130/ (30 สิงหาคม 2564).

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2556. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 366 หน้า.

Fields, P.G. and W.E. Muir. 1996. Physical control. *In*: Subramanyam, B. and D.W. Hagstrum. (Eds.). Integrated management of insects in stored products. New York, Marcel Dekker Inc, 195-221 p.

Makun, H.A., T.A. Gbodi, O.H. Akanya. E.A. Salako and G.H. Ogbadu. 2007. Fungi and some mycotoxins contaminating rice (*Oryza sativa*) in Niger State, Nigeria. African Journal of Biotechnology. 6(2): 99-108.

Olagunju, O., N. Mchunu, S. Venter, B. Guibert, N. Durand, I. Métayer, D. Montet and O. Ijabadeniyi. 2018. Fungal contamination of food commodities in Durban, South Africa. Journal of Food Safety. 38: 1-10.

Pitt, J.I., A.D. Hocking, K. Bhudhasamai, B.F. Miscamble, K.A. Wheerler and P. Tanboon-Ek. 1994. The normal mycoflora of commodities from Thailand. 2. Beans, rice, small grains and other commodities. International Journal of Food Microbiology. 23: 35-53.

Rodrı´guez, A., M. Rodrı´guez, M.J. Andrade and J.J. Co´ rdoba. 2015. Detection of filamentous fungi in foods. Food mycology. 5: 36-42.

Sawane, A. and M. Sawane. 2014. Mycotoxigenicity of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* spp. isolated from stored rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(11): 116–121.

Tanaka, K., Y. Sago, Y. Zheng and H. Nakagawa. 2007. Mycotoxins in rice. International Journal of Food Microbiology. 119(1–2): 59–66.

Wangspa, W., Y. Chanbang and S. Vearasilp. 2015. Radio Frequency Heat Treatment for Controlling Rice Weevil in Rough Rice cv. Khao Dawk Mali 105. Chiang Mai University Journal of Natural Sciences. 14(2): 189–197.